

38

Rédacteur
Zuheir Ibrahim Fakhri

Table des matières

Les risques biologiques en milieu de travail <i>Zuheir I. Fakhri</i>	38.2
Les animaux aquatiques..... <i>D. Zannini</i>	38.5
Les animaux venimeux terrestres.... <i>J.A. Rioux et B. Juminer</i>	38.7
Les aspects cliniques des morsures de serpent..... <i>David A. Warrell</i>	38.8

● LES RISQUES BIOLOGIQUES EN MILIEU DE TRAVAIL

Zuheir I. Fakhri

L'évaluation des risques biologiques en milieu de travail est centrée sur les travailleurs agricoles, les travailleurs des services médicaux et sur le personnel de laboratoire qui courent des risques graves pour leur santé. La compilation détaillée des risques biologiques établie par Dutkiewicz, Jablonski et Olenchock (1988) montre que ces risques sont également très répandus dans beaucoup d'autres professions (voir tableau 38.1).

Dutkiewicz, Jablonski et Olenchock (1988) ont de plus procédé à un classement taxinomique des micro-organismes et des plantes (voir tableau 38.2), ainsi que des animaux (voir tableau 38.3), qui constituent des risques biologiques en milieu de travail.

Les micro-organismes

Les micro-organismes forment un groupe important et varié d'organismes qui se présentent sous la forme de cellules isolées ou de groupes de cellules (Brock et Madigan, 1988). Les cellules microbiennes se distinguent ainsi des cellules animales et végétales qui, elles, sont incapables de vivre seules dans la nature et ne peuvent exister qu'en tant qu'éléments constitutifs d'organismes multicellulaires.

Rares sont les territoires à la surface de la planète qui n'abritent pas une vie microbienne, car les micro-organismes présentent une

gamme stupéfiante de capacités métaboliques et de production d'énergie et beaucoup peuvent vivre dans des conditions qui seraient mortelles pour d'autres formes de vie.

Les quatre grandes classes de micro-organismes qui peuvent interagir avec les êtres humains sont les bactéries, les champignons, les virus et les protozoaires. Ils sont dangereux pour les travailleurs à cause de leur présence généralisée dans le milieu du travail. Les plus importants micro-organismes qui présentent le plus de risques pour les travailleurs sont énumérés dans les tableaux 38.2 et 38.3.

Ces microbes proviennent de trois sources principales:

1. la décomposition microbienne de divers substrats propres à certaines professions (par exemple, le foin moisi qui peut provoquer des pneumopathies par hypersensibilité);
2. certains environnements (par exemple, les bactéries présentes dans l'eau);
3. les individus infectés hébergeant un agent pathogène particulier (par exemple, la tuberculose).

L'air ambiant peut être contaminé par des quantités importantes de micro-organismes potentiellement dangereux ou les transporter (Burrell, 1991). Les bâtiments modernes, particulièrement ceux à usage commercial ou administratif, constituent une niche écologique particulière avec un environnement biochimique, une faune et une flore qui leur sont propres (Sterling, Collett et Rumel, 1991). Les effets nocifs qu'ils peuvent avoir sur les travailleurs sont décrits dans le chapitre n° 13, «Les troubles systémiques», de la présente *Encyclopédie*.

On sait que l'eau est un important vecteur d'infections extra-intestinales. Elle peut transmettre divers agents pathogènes à l'occasion d'activités professionnelles, récréatives, voire thérapeutiques (Pitlik, Berger et Huminer, 1987). La nature de la pathologie non entérique transmise par de l'eau contaminée est souvent fonction de l'écologie des agents pathogènes aquatiques. Les infections de ce genre sont en général de deux types: les infections superficielles, impliquant les muqueuses et la peau blessées ou intactes; et les infections systémiques, souvent associées à d'autres infections graves en cas d'immunodéficience. Un large spectre d'organismes aquatiques, incluant virus, bactéries, champignons, algues et parasites peuvent envahir l'hôte par des voies extra-intestinales telles que les tissus conjonctifs, les muqueuses respiratoires, la peau et les organes génitaux.

Bien que la propagation de zoonoses infectieuses continue à se produire chez les animaux de laboratoire utilisés dans la recherche biomédicale, les risques de contagion ont été réduits grâce à la mise en œuvre de soins vétérinaires et de procédures d'élevage rigoureux, à l'emploi d'animaux élevés commercialement et à la mise en place de programmes appropriés de protection sanitaire du personnel (Fox et Lipman, 1991). L'utilisation d'installations modernes protégées contre l'introduction de parasites et de vecteurs biologiques est également importante pour la prévention des zoonoses chez le personnel. Toutefois, il peut toujours s'y trouver des agents de zoonoses connus, des micro-organismes récemment découverts ou de nouvelles espèces animales non identifiées auparavant comme vecteurs de micro-organismes porteurs de zoonoses et les risques de contagion par les animaux aux êtres humains demeurent.

Un dialogue instructif entre les vétérinaires et les médecins concernant les risques de zoonoses, les espèces d'animaux impliquées et les méthodes de diagnostic reste un élément indispensable de tout programme de santé préventif.

Quelques contextes professionnels présentant des risques biologiques

Le personnel médical et de laboratoire, ainsi que les autres travailleurs du secteur de la santé, y compris les professions apparentées, sont exposés à une infection par les micro-organismes si des

Tableau 38.1 • Contextes professionnels et exposition potentielle des travailleurs à des agents biologiques

Secteur	Exemples
Agriculture	Culture et récolte Élevage et entretien des animaux Sylviculture Pêche
Produits agricoles	Abattoirs, installations de conditionnement des produits alimentaires Stockage: silos à grains, traitement du tabac, etc. Soies et cuirs Usines de textiles Travail du bois: scieries, papeteries, fabriques de liège
Soins aux animaux de laboratoire	
Services médicaux	Soins médicaux et dentaires
Produits pharmaceutiques et à base de plantes	
Soins personnels	Coiffure, podologie
Laboratoires cliniques et de recherche	
Biotechnologies	Installations de production
Garderies	
Entretien de bâtiments	Bâtiments malsains
Egouts et compost	
Systèmes d'élimination des déchets industriels	

Source: Dutkiewicz, Jablonski et Olenchock, 1988.

Tableau 38.2 • Virus, bactéries, champignons et végétaux: risques biologiques connus du milieu professionnel

	Infection	Infection par zoonose ¹	Réaction allergique	Toxine respirable	Toxine	Agent cancérigène
Virus	x	x				
Bactéries						
Rickettsies		x				
Chlamydiae		x				
Bactéries spirales		x				
Bactéries gram-négatives	x	x	x	x(e) ²		
Cocci gram-positifs		x	x			
Bacilles à spores		x	x	x		
Bacilles gram-positifs sans spores et corynebacterium		x	x			
Mycobacterium	x	x				
Actinomycètes			x			
Champignons						
Moississures	x		x	x(m) ³		x
Dermatophytes	x	x	x			
Champignons géophiles du type levures	x	x				
Levures endogènes	x					
Parasites du blé			x			
Champignons			x			
Autres végétaux inférieurs						
Lichens			x			
Herbes de la Trinité			x			
Fougères			x			
Végétaux supérieurs						
Pollen			x			
Huiles volatiles			x		x	
Traitement des poussières			x		x	x

¹ Infection par zoonose: provoque une infection ou une invasion généralement contractée auprès d'animaux vertébrés. ² (e) Endotoxine. ³ (m) Mycotoxine.
Source: Dutkiewicz, Jablonski et Olenchok, 1988.

Tableau 38.3 • Animaux présentant des risques biologiques pour les travailleurs

	Infection	Infection par zoonose ¹	Réaction allergique	Toxine	Vecteur ²
Invertébrés autres que les arthropodes					
Protozoaires	x	x			
Eponges				x	
Cœlentérés				x	
Plathelminthes	x	x			
Nématelminthes	x	x	x		
Bryozoaires				x	
Ascidiacés			x		
Arthropodes					
Crustacés			x		
<i>Arachnides</i>					
Araignées				x(B) ³	
Mites	x		x	x(B)	x
Tiques				x(B)	x
<i>Insectes</i>					
Cafards			x		
Coléoptères			x		
Papillons nocturnes			x	x	
Mouches				x(B)	x
Abeilles			x	x(B)	
Vertébrés					
Poissons			x	x(B)	
Amphibiens			x		
Reptiles				x(B)	
Oiseaux			x		
Mammifères			x		

¹ Infection par zoonose: provoque une infection ou une invasion généralement contractée auprès d'animaux vertébrés. ² Vecteur de virus pathogènes, bactéries ou parasites. ³ Toxine B ou venin transmis par morsure ou piqûre.

Source: Dutkiewicz, Jablonski et Olenchok, 1988.

mesures préventives appropriées ne sont pas prises. Les travailleurs hospitaliers sont exposés à beaucoup de risques biologiques, notamment au virus du syndrome immunodéficitaire acquis (VIH), à l'hépatite B, aux virus herpétiques, à la rubéole et à la tuberculose (Hewitt, Misner et Levin, 1993).

Le travail agricole présente une large gamme de risques professionnels. L'exposition à des poussières organiques, aux micro-organismes en suspension dans l'air et à leurs toxines peut entraîner des troubles respiratoires (Zejda, McDuffie et Dosman, 1993). Ce sont notamment la bronchite chronique, l'asthme, la pneumopathie par hypersensibilité, le syndrome toxique des poussières organiques et la pneumopathie obstructive chronique. Dutkiewicz, Jablonski et Olenchok (1988) ont étudié des échantillons d'ensi-

lage pour identifier les agents pouvant provoquer ce syndrome organo-toxique. Des niveaux globaux très élevés de bactéries et de champignons aérobies ont été trouvés. L'*Aspergillus fumigatus* prédomine parmi les champignons, tandis que les bacilles et les organismes gram-négatifs (*Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Citrobacter* et *Klebsiella*), ainsi que les actinomycètes prévalent parmi les bactéries. Ces résultats montrent que les aérosols provenant de l'ensilage présentent un risque d'exposition à de fortes concentrations de micro-organismes, dont l'*A. fumigatus* et les bactéries produisant l'endotoxine sont les agents pathogènes les plus probables.

De courtes expositions à certaines poussières de bois peuvent provoquer de l'asthme, de la conjonctivite, de la rhinite ou des dermatoses allergiques. Quelques micro-organismes thermophiles présents dans le bois sont des agents pathogènes pour l'humain, et l'inhalation de spores ascomycètes des copeaux de bois stockés pourrait être à l'origine de maladies humaines (Jacjels, 1985).

Les exemples qui suivent montrent les risques que peuvent présenter certaines conditions de travail:

1. Le champignon *Penicillium camemberti* var. *candidum* est utilisé dans la fabrication de certains types de fromages. La fréquence élevée d'anticorps précipités de ce champignon dans les échantillons de sang des travailleurs, ainsi que l'examen clinique des symptômes des voies aériennes, montrent qu'il existe une relation étiologique entre ces symptômes des voies aériennes et une forte exposition à ce champignon (Dahl, Mortensens et Rasmussen, 1994).
2. Les micro-organismes (bactéries et champignons), ainsi que les endotoxines se sont révélés être des agents potentiels de risques professionnels dans une usine de traitement des pommes de terre (Dutkiewicz, 1994). La présence d'anticorps précipitant les antigènes microbiens y a été corrélée de manière significative avec les symptômes respiratoires d'origine professionnelle ou généraux constatés chez 45,9% des travailleurs examinés.
3. Le personnel des musées et des bibliothèques est exposé aux moisissures (*Aspergillus*, *Penicillium*, par exemple) qui, dans certaines conditions, contaminent les livres (Kolmodin-Hedman, Blomquist et Sikstorm, 1986). Les symptômes ressentis sont des accès de fièvre, des frissons, des nausées et de la toux.
4. Des infections ophtalmiques peuvent survenir lors de l'usage des oculaires de microscopes industriels par plusieurs personnes différentes. Le *Staphylococcus aureus* a été identifié parmi les cultures de micro-organismes (Olcerst, 1987).

La prévention

Une bonne compréhension des principes de l'épidémiologie et de la propagation des maladies infectieuses est indispensable pour pouvoir lutter contre les organismes qui en sont responsables.

Les travailleurs devraient faire l'objet d'examen médicaux préliminaires et périodiques afin de déceler les maladies professionnelles d'origine biologique. Il existe des principes généraux à appliquer aux examens médicaux destinés à détecter les effets nocifs de l'exposition des travailleurs sur leur lieu de travail, notamment aux risques biologiques. Des protocoles précis ont été élaborés à cet effet, qui sont décrits ailleurs dans la présente *Encyclopédie*. En Suède, par exemple, la Fédération des travailleurs de l'agriculture a mis sur pied un programme de services médicaux préventifs à l'intention des agriculteurs (Hoglund, 1990) dont le principal objectif est de prévenir les lésions et les maladies professionnelles et d'offrir des services cliniques aux agriculteurs qui souffrent de problèmes de santé d'origine professionnelle.

Pour un certain nombre de maladies infectieuses, il peut être difficile de prendre les mesures préventives appropriées tant que la maladie n'a pas été identifiée. Les poussées de fièvre hémorragique virale Crimée-Congo (FHCC), signalées parmi le personnel

Normes internationales et risques biologiques

De nombreuses normes professionnelles nationales englobent les risques biologiques dans leur définition des substances dangereuses ou toxiques. Toutefois, dans la plupart des textes réglementaires, les risques biologiques sont limités aux micro-organismes ou aux agents infectieux. Plusieurs réglementations de l'Administration américaine de la sécurité et de la santé au travail (US Occupational Safety and Health Administration (OSHA)) comportent des dispositions sur les risques biologiques. Les plus précises sont celles qui concernent la vaccination contre l'hépatite B et les agents pathogènes à diffusion par le sang; les risques biologiques sont également couverts par des réglementations à plus large portée (par exemple, celles qui concernent l'information sur les risques, les spécifications portant sur les panneaux et inscriptions de prévention des accidents et les recommandations sur les programmes de formation).

Bien qu'elles ne fassent pas l'objet de réglementations spécifiques, la détermination et l'élimination des risques liés aux animaux, aux insectes ou aux plantes n'en sont pas moins abordées dans d'autres réglementations de l'OSHA concernant certains milieux de travail comme les télécommunications, les chantiers temporaires et l'exploitation du bois à pâte (cette dernière incluant des directives sur les trousseaux de premiers secours contre les morsures de serpent).

L'une des normes les plus complètes régissant les risques biologiques professionnels est la directive européenne n° 90/679. Elle définit les agents biologiques comme des micro-organismes, y compris ceux qui ont été génétiquement modifiés, les cultures cellulaires et les endoparasites humains qui peuvent provoquer n'importe quelle infection, allergie ou toxicité, et elle classe les agents biologiques en quatre groupes selon le niveau de risque d'infection. La directive couvre la détermination et l'évaluation des risques, ainsi que les obligations des employeurs touchant l'élimination ou la réduction des risques (par des mesures de prévention technique, d'hygiène professionnelle, de protection collective et individuelle, etc.), l'information (des travailleurs, de leurs représentants et des autorités compétentes), la surveillance médicale, la vaccination et la tenue de registres. Les annexes fournissent des informations détaillées sur des mesures de protection différentes selon la nature des activités, l'estimation des risques professionnels et la nature de l'agent biologique en cause.

hospitalier de l'Afrique du Sud, des Emirats arabes unis (Dubayy) et du Pakistan (Van Eeden et coll., 1985), ont mis ce problème en évidence.

Les vertébrés: les serpents et les lézards

Dans les zones chaudes et tempérées, les morsures de serpent peuvent constituer un risque non négligeable pour certaines catégories de travailleurs: agriculteurs, bûcherons, ouvriers des chantiers de construction et des travaux publics, pêcheurs, ramasseurs de champignons, charmeurs de serpents, gardiens de zoo et laborantins occupés à la préparation de sérums antivenimeux. Dans leur grande majorité, les serpents sont sans danger pour l'humain, mais certains d'entre eux sont capables d'infliger de graves lésions par morsure venimeuse; les espèces dangereuses se rencontrent à la fois parmi les serpents terrestres (*Colubridae* et *Viperidae*) et les serpents aquatiques (*Hydrophiidae*) (Rioux et Juminer, 1983).

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) (OMS, 1995) estime que les morsures de serpent provoquent chaque année la mort de 30 000 personnes en Asie et celle d'environ 1 000 personnes en Afrique et autant en Amérique du Sud. Certains pays ont

des statistiques plus détaillées. Plus de 63 000 morsures de serpent et piqûres de scorpion responsables de plus de 300 décès sont signalées chaque année au Mexique. Au Brésil, on dénombre près de 20 000 morsures de serpents et 7 000 à 8 000 piqûres de scorpion par an, dont 1,5% pour les morsures de serpent et 0,3% à 1% pour les piqûres de scorpion sont mortelles. Une étude menée à Ouagadougou (Burkina Faso) a relevé un taux de 7,5 morsures de serpent pour 100 000 personnes dans les zones périurbaines et de plus de 69 pour 100 000 personnes dans les zones plus éloignées, où les taux de cas mortels atteignent 3%.

Les morsures de serpent sont aussi un problème dans les régions développées du monde. Chaque année, près de 45 000 morsures de serpent sont signalées aux États-Unis où, grâce aux soins médicaux disponibles, le nombre de cas mortels n'est plus que de 9 à 15 par année. En Australie, où l'on trouve certains des serpents les plus venimeux au monde, le nombre de morsures de serpent serait de 300 à 500 par an dont en moyenne 2 seraient mortelles.

Au Brésil, les changements environnementaux, particulièrement le déboisement, ont sans doute entraîné la disparition de nombreuses espèces de serpents, mais le nombre de cas de morsures de serpent qui y sont recensés chaque année n'a pas diminué, car d'autres espèces, parfois plus dangereuses, ont proliféré dans certaines des zones déboisées (OMS, 1995).

Les sauriens (les lézards)

Il n'existe que deux espèces de lézards venimeux qui, toutes deux, appartiennent au genre *Heloderma*: l'*H. suspectum* (monstre de Gila) et l'*H. horridum* (lézard perlé). Le venin, voisin de celui des vipéridés, pénètre dans les blessures infligées par les dents antérieures recourbées, mais l'humain est rarement atteint et la guérison est généralement rapide (Rioux et Juminer, 1983).

La prévention

Les serpents n'attaquent généralement l'être humain que s'ils sentent en danger, s'ils sont dérangés ou si on leur marche dessus. Dans les régions où vivent des serpents venimeux, les travailleurs devraient se protéger les pieds et les jambes et être munis de sérum antivenimeux monovalent ou polyvalent. Il est recommandé aux personnes travaillant dans une zone dangereuse, à plus d'une demi-heure du poste de secours le plus proche, de se munir d'une trousse antivenin contenant une seringue stérile. Il est bon toutefois de rappeler aux travailleurs qu'une morsure de serpent, même celle des espèces les plus venimeuses, est rarement mortelle, car la quantité de venin injectée est généralement assez faible. Certains charmeurs de serpent parviennent à s'immuniser par des injections régulières de venin, mais il n'existe encore aucune méthode scientifique d'immunisation humaine (Rioux et Juminer, 1983).

● LES ANIMAUX AQUATIQUES

D. Zamini*

On trouve des animaux aquatiques dangereux pour l'humain dans pratiquement tous les embranchements (phyla). Les travailleurs peuvent entrer en contact avec ces animaux dans le cadre de diverses activités telles que la pêche en surface et la pêche sous-marine, l'installation et le maniement d'équipements liés à l'exploitation du pétrole sous la mer, les travaux sous-marins et la recherche

* Adaptation de la 3^e édition de l'*Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*.

scientifique et être ainsi exposés à des risques pour la santé. La plupart des espèces dangereuses habitent les eaux chaudes ou tempérées.

Les caractéristiques et le comportement

Les éponges. L'éponge commune appartient à ce phylum. Les pêcheurs qui manipulent les éponges, c'est-à-dire les scaphandriers et les plongeurs autonomes, ainsi que les autres nageurs sous-marins, peuvent contracter des dermatites de contact avec irritation de la peau, vésicules ou cloques. La maladie des pêcheurs d'éponges de la région méditerranéenne est provoquée par les tentacules d'un petit coelentéré (*Sagartia rosea*) qui est un parasite de l'éponge. Une autre forme de dermatite appelée «mousse rouge» a été constatée chez les pêcheurs d'huîtres d'Amérique du Nord et provient du contact avec une éponge écarlate présente sur la coquille des huîtres. Des cas d'allergie de type 4 ont été signalés. Le poison sécrété par l'éponge *Suberites ficus* contient des histamines et des substances antibiotiques.

Les coelentérés. Ils sont représentés par de nombreuses familles du type des hydrozoaires, à savoir le millépore ou corail (corail piqueur, corail feu), la physalie (*Physalia physalis*, guêpe de mer), les scyphozoaires (méduses) et l'actinie (anémone urticante), que l'on trouve dans tous les océans. Tous ces animaux ont pour point commun de pouvoir provoquer de l'urticaire par injection d'un poison violent conservé dans une cellule spéciale (le cnidoblaste) qui est pourvue d'un fil creux et explose vers l'extérieur dès que le tentacule est touché, pénétrant ainsi la peau de l'intrus. Les diverses substances contenues dans cet organe provoquent des symptômes tels que fortes démangeaisons, congestion du foie, douleurs et dépression du système nerveux central; ces substances ont été respectivement identifiées comme étant le thalassium, la congestine, l'équinotoxine (qui contient de la 5-hydroxytryptamine et de la tétramine) et l'hypnotoxine. Les effets sur l'individu dépendent de l'étendue du contact avec les tentacules et du nombre de piqûres microscopiques infligées. Il peut s'élever à plusieurs milliers et, dans ce cas, provoquer le décès du sujet en quelques minutes. Ces animaux étant présents dans le monde entier, les incidents de ce genre sont nombreux, mais ils sont rarement mortels. Les effets sur la peau se caractérisent par une démangeaison intense et par la formation de papules tachetées rouge vif, qui se transforment en pustules et en ulcérations. Une douleur intense analogue à un choc électrique peut être ressentie. D'autres symptômes sont notamment des difficultés respiratoires, une angoisse généralisée et des troubles cardiaques, une syncope, des nausées et des vomissements, une perte de conscience et un choc primaire.

Les échinodermes. Ce groupe comprend les étoiles de mer et les oursins, qui possèdent tous deux des organes venimeux (pédicellaires), sans danger pour l'être humain. Les piquants de l'oursin peuvent pénétrer la peau, laissant une écharde profondément fichée, pouvant conduire à une infection secondaire accompagnée de pustules et d'un granulome persistants, ce qui peut être très gênant si les lésions sont proches de tendons ou de ligaments. Parmi les oursins, seul l'*Acanthaster planci* semble avoir des piquants venimeux capables de provoquer des troubles généraux tels que vomissements, paralysie et engourdissement.

Les mollusques. Parmi les animaux appartenant à ce phylum, les cônes peuvent être dangereux. Ils vivent sur les fonds marins sableux, semblent avoir une structure venimeuse qui consiste en une radule munie de dents semblables à des aiguilles et peuvent piquer la victime si la coquille est manipulée imprudemment à mains nues. Le poison agit sur les systèmes nerveux neuromusculaire et central. La pénétration de la peau par la pointe d'une dent est suivie d'une ischémie temporaire, d'une cyanose, d'un engourdissement, d'une douleur et de paresthésie au fur et à mesure que le poison se propage à travers le corps. Les effets ultérieurs comprennent la paralysie des muscles volontaires, le manque de coord-

dination, le dédoublement de la vision et une confusion générale. La paralysie respiratoire et le collapsus circulatoire peuvent provoquer la mort. Une trentaine de cas ont été signalés, dont 8 mortels.

Les plathelminthes. Ce groupe comprend l'*Eirythoe complanata* et l'*Hermodice carunculata*, plus connues sous les termes de «vers plats». Elles sont couvertes de nombreux appendices semblables à des poils ou à des soies contenant un poison (néristotoxine) qui a un effet neurotoxique et irritant local.

Les polyzoaires (bryozoaires). Il s'agit d'un groupe d'animaux qui forment des colonies semblables à des plantes et ressemblant à une mousse gélatineuse, qui incrustent fréquemment les roches ou les coquilles. La variété *Alcyonidium* peut provoquer une dermatite urticante sur les bras et le visage des pêcheurs lorsqu'ils doivent ôter cette mousse de leurs filets, ainsi qu'un eczéma allergique.

Les sélaciens (chondrichthyens). Les animaux appartenant à ce phylum comprennent les requins et les raies pastenagues. Les requins vivent dans les eaux peu profondes, où ils recherchent leurs proies et peuvent attaquer l'humain. De nombreuses variétés possèdent un ou deux grands dards venimeux devant la nageoire dorsale, qui contiennent un faible poison non identifié jusqu'ici et qui peuvent provoquer une blessure engendrant une douleur immédiate et intense avec rougissement de la chair, enflure et œdème. En fait, c'est par leur morsure que ces animaux sont les plus dangereux, car ils possèdent plusieurs rangées de dents pointues et tranchantes qui peuvent provoquer de graves lacérations et des déchirures des chairs, qui entraînent chez la victime un choc immédiat, une anémie aiguë et sa noyade. Le danger que représentent les requins est un sujet très controversé, chaque variété ayant des caractéristiques d'agressivité particulières. Leur comportement est à coup sûr imprévisible, bien que l'on dise qu'ils sont attirés par le mouvement et par la couleur claire d'un nageur, ainsi que par le sang et par les vibrations d'un poisson ou de toute autre proie qui vient d'être capturée. Les pastenagues ont des corps larges et plats et une longue queue pourvue d'au moins un aiguillon barbelé, qui peut être venimeux. Le poison contient de la sérotonine, de la 5-nucléotidase et de la phosphodiesterase et peut provoquer une vasoconstriction généralisée, ainsi qu'un arrêt cardio-pulmonaire. Les pastenagues vivent sur les fonds sablonneux des eaux côtières, où elles sont bien cachées, ce qui fait que les baigneurs peuvent sans le vouloir poser le pied sur elles. La raie réagit en rabattant sa queue avec son aiguillon qui peut pénétrer profondément dans la chair de la victime. Il peut en résulter des blessures perforantes dans un membre ou même la perforation d'un organe interne tel que le péritoine, le poumon, le cœur ou le foie, particulièrement dans le cas d'enfants. La blessure peut également provoquer une forte douleur, une enflure, un œdème lymphatique et divers symptômes généraux tels qu'un choc primaire et un collapsus cardio-vasculaire. La lésion d'un organe interne peut entraîner la mort en quelques heures. Les incidents dus à des piqûres de raie sont très fréquents: il s'en produit environ 750 chaque année rien qu'aux États-Unis. Ils peuvent être également dangereux pour les pêcheurs, qui devraient immédiatement couper la queue du poisson dès qu'il est amené à bord. Diverses espèces de raies telles que la torpille et la narcine possèdent sur le dos des organes électriques qui, quand ils sont stimulés par un simple contact, peuvent produire des chocs électriques allant de 8 à 220 V; une telle décharge suffit à étourdir et à immobiliser temporairement la victime, mais la récupération se fait généralement sans complications.

Les ostéichthyens. De nombreux poissons de ce phylum ont des épines dorsales, pectorales, caudales et anales qui sont connectées à un système venimeux à but essentiellement défensif. Si ces poissons sont dérangés ou piétinés ou manipulés par un pêcheur, ils dressent leurs épines qui peuvent percer la peau et injecter le poison. Il n'est pas rare qu'ils attaquent un plongeur à la recher-

che de poisson, ou qu'ils soient agressifs s'ils sont dérangés par un contact accidentel. De multiples incidents de cette sorte sont signalés en raison de l'extension géographique et de la diversité des poissons de ce phylum, qui comprennent le poisson-chat, que l'on trouve également dans l'eau douce (Afrique de l'Ouest, Amérique du Sud et Grands Lacs), la rascasse (*Scorpaenidae*), la vive (*Trachinus*), le crapaud de mer, le poisson chirurgien et d'autres espèces. Les blessures de ces poissons sont généralement très douloureuses, particulièrement dans le cas du poisson-chat et de la vive, provoquant rubéfaction ou pâleur, enflure, cyanose, engourdissement, œdème lymphatique et suffusion hémorragique dans les tissus environnants. Il y a des risques de gangrène, de phlegmon et de névrite périphérique, ainsi que d'autres symptômes tels qu'étourdissement, nausée, collapsus, choc primaire, asthme et perte de conscience, qui tous représentent un grave danger pour les plongeurs. Un poison neurotoxique et hémotoxique a été mis en évidence chez le poisson-chat et, dans le cas de la vive, un certain nombre de substances ont été isolées telles que la 5-hydroxytryptamine, l'histamine et la catécholamine. Quelques poissons-chats et uranoscopes qui vivent dans l'eau douce, ainsi que l'anguille électrique (*Electrophorus*), possèdent des organes électriques (voir sous «Les sélaciens» ci-dessus).

Les hydrophidés. Ce groupe (serpents de mer) se rencontre principalement dans les mers qui baignent l'Indonésie et la Malaisie. Une cinquantaine d'espèces ont été signalées telles que le *Pelaniis platurus*, l'*Enhydrina schistosa* et l'*Hydrus platurus*. Le venin de ces serpents est très similaire à celui du cobra, mais il est de vingt à cinquante fois plus nocif; il est composé d'une protéine basique de faible poids moléculaire (érubotoxine) qui affecte la jonction neuromusculaire, bloque l'acétylcholine et provoque la myolyse. Heureusement, les serpents de mer sont généralement dociles et ne mordent que lorsqu'on leur marche dessus ou lorsqu'ils sont comprimés ou frappés d'un coup violent; de plus, ils n'injectent que peu ou pas de venin avec leurs crochets. Les pêcheurs sont particulièrement exposés et représentent 90% des personnes atteintes soit en marchant sur le serpent sur le fond marin, soit par contact avec les prises. Les serpents sont sans doute responsables de milliers d'accidents de travail qui sont attribués aux animaux aquatiques, mais ces accidents sont rarement graves, encore qu'un certain nombre d'entre eux puissent être mortels. Les symptômes sont généralement légers et peu douloureux. Les effets sont habituellement ressentis dans les deux heures, en commençant par une douleur musculaire, une difficulté à mouvoir le cou, une perte de dextérité et un trismus, parfois avec nausées et vomissements. En quelques heures, une myoglobulinurie (présence de protéines complexes dans l'urine) est observée. La mort peut résulter de la paralysie des muscles respiratoires, d'une insuffisance rénale due à la nécrose tubulaire, ou d'un arrêt cardiaque consécutif à une hyperkaliémie.

La prévention

Il importe d'éviter tout contact avec les épines de ces animaux et de ne les manipuler qu'avec des gants solides. Les plus grandes précautions sont à prendre lorsqu'on patauge ou qu'on marche sur des fonds sablonneux. Une combinaison de plongée peut être une protection contre les méduses et les divers coelentérés et contre les morsures de serpent. Les animaux les plus dangereux et les plus agressifs ne doivent pas être importunés et on a avantage à éviter les zones à méduses, car celles-ci sont difficiles à voir. Si un serpent de mer est pris par une ligne de pêche, la ligne devra être coupée et le serpent libéré. Pour ce qui est des requins, un certain nombre de principes sont à observer: maintenir pieds et jambes hors de l'eau, ramener le bateau doucement au rivage et ne plus le bouger; ne pas rester dans l'eau à proximité d'un poisson mort ou ensanglanté; éviter d'attirer l'attention du requin par le port de couleurs vives ou de bijoux, par des bruits ou des

explosions, par une lumière vive ou en agitant les mains vers lui. Enfin, un plongeur ne devrait jamais plonger seul.

● LES ANIMAUX VENIMEUX TERRESTRES

J.A. Rioux et B. Juminer*

Chaque année, des millions de piqûres de scorpion et de réactions anaphylactiques aux piqûres d'insectes se produisent à travers le monde, entraînant des dizaines de milliers de décès. En Tunisie, ce sont entre 30 000 et 45 000 cas de piqûres de scorpion qui sont signalés tous les ans, causant entre 35 et 100 morts, principalement parmi les enfants. L'envenimation (effets toxiques) est un risque professionnel pour les populations qui pratiquent l'agriculture et la sylviculture dans ces régions.

Parmi les animaux qui peuvent infliger des lésions à l'humain par l'action de leur venin figurent les invertébrés tels que les arachnides (araignées, scorpions, galéodes), les acariens (tiques et mites), les chilopodes (mille-pattes) et les hexapodes (abeilles, guêpes, papillons et moucheron).

Les invertébrés

Les arachnides (les araignées — Aranea)

Toutes les espèces sont venimeuses, mais, en réalité, seules quelques-unes d'entre elles produisent des lésions chez l'être humain. L'envenimation par une araignée peut revêtir deux formes:

1. Un empoisonnement cutané où la piqûre provoque, quelques heures plus tard, un œdème centré autour d'une marque cyanosée, puis une cloque; une nécrose locale étendue peut s'ensuivre et la cicatrisation peut être lente et difficile dans les cas de piqûres d'araignées du genre lycose (par exemple, la tarentule).
2. Un empoisonnement du système nerveux dû au venin exclusivement neurotoxique des mygales (*Latrodectus ctenus*); ce venin produit des lésions graves se déclarant vite, de la tétanie, des tremblements, une parésie des extrémités et, éventuellement, un choc mortel; ce type d'empoisonnement est assez fréquent parmi les travailleurs forestiers et agricoles et il est particulièrement grave chez les enfants: en Amazonie, c'est avec le venin de la «veuve noire» (*Latrodectus mactans*) qu'est enduite la pointe des flèches empoisonnées.

La prévention. Dans les régions où vivent des araignées venimeuses, les chambres à coucher devraient être pourvues de moustiquaires et les travailleurs devraient porter des chaussures et des vêtements de travail assurant une protection adéquate.

Les scorpions (Scorpionida)

Ces arachnides portent un aiguillon venimeux à l'extrémité de l'abdomen avec lequel ils peuvent infliger une piqûre douloureuse, dont la gravité varie selon les espèces, la quantité de venin injecté et la saison (la plus dangereuse étant la fin de leur période d'hibernation). Dans le bassin méditerranéen, en Amérique du Sud et au Mexique, le scorpion est responsable de plus de morts que les serpents venimeux. Beaucoup d'espèces sont nocturnes et sont moins agressives pendant la journée. Les plus dangereuses (*Buthidae*) se trouvent dans les régions arides et tropicales; leur venin est neurotrope et fortement toxique. Dans tous les cas, la piqûre de scorpion produit immédiatement des signes locaux in-

tenses (douleur aiguë, inflammation) suivis de manifestations générales telles qu'évanouissement, salivation, éternuements, larmes et diarrhée. L'issue chez les jeunes enfants est souvent fatale. Les espèces les plus dangereuses sont celles des genres *Androctonus* (Afrique subsaharienne), *Centruus* (Mexique) et *Tituus* (Brésil). Le scorpion n'attaque pas délibérément l'humain et ne pique que quand il se sent en danger, par exemple s'il est pris au piège dans un coin sombre ou quand les chaussures ou vêtements dans lesquels il a trouvé refuge sont secoués ou portés. Les scorpions sont très sensibles aux pesticides halogénés comme le DDT.

Les galéodes (Solpugida)

Ce type d'arachnide se rencontre principalement dans la steppe et les zones subdésertiques telles que les Andes, l'Asie Mineure, le Mexique, le Sahara et le Texas, et il n'est pas venimeux; néanmoins, les galéodes (ou solifuges) sont extrêmement agressives, peuvent mesurer jusqu'à 10 cm et ont une apparence redoutable. Dans des cas exceptionnels, les blessures qu'elles infligent peuvent être sérieuses en raison de leur multiplicité. Les solifuges sont des prédateurs nocturnes qui peuvent attaquer l'humain pendant son sommeil.

Les tiques et les mites (Acarina)

Les tiques sont des arachnides hématophages à tous les stades de leur cycle vital et la «salive» qu'elles inoculent à travers leurs organes nourriciers peut avoir un effet toxique. L'envenimation peut être grave, surtout chez les enfants (paralysie), et s'accompagner d'une suppression des réflexes. Exceptionnellement, la mort peut survenir, causée par une paralysie bulbaire (en particulier quand une tique s'est attachée au cuir chevelu). Les mites ne sont hématophages qu'au stade larvaire et leur piqûre produit une inflammation prurigineuse de la peau. L'incidence des piqûres de mites est élevée dans les régions tropicales.

Traitement. Les tiques devraient être détachées après anesthésie par application d'une goutte de benzène, d'éther éthylique ou de xylène. La prévention repose sur l'utilisation de pesticides organophosphorés.

Les scolopendres (Chilopoda)

Les scolopendres diffèrent des mille-pattes (*Diplopoda*) en ce sens qu'elles n'ont qu'une paire de pattes par segment de corps et que les appendices du premier segment sont des crochets à venin. Les espèces les plus dangereuses se trouvent aux Philippines. Le venin des scolopendres n'a qu'un effet localisé (œdème douloureux).

Traitement. Les piqûres devraient être traitées par des applications locales d'ammoniac dilué, de permanganate ou de lotion d'hypochlorite. Des antihistaminiques peuvent également être administrés.

Les insectes (Hexapoda)

Les insectes peuvent injecter du venin par leurs pièces buccales (simulies — mouches noires, culécoides — moustiques, phlébotomes) ou leur aiguillon (abeilles, guêpes, frelons, fourmis carnassières). Ils peuvent provoquer une éruption par leurs poils (chenilles, papillons), ou des cloques par l'émolymphe (cantharides et staphylins). Les piqûres de mouches noires provoquent des lésions nécrosées, donnant lieu parfois à des troubles généraux; les piqûres de moustique causent des lésions diffuses prurigineuses. Les piqûres d'hyménoptères (abeilles, etc.) produisent une douleur intense locale avec érythème, œdème et, parfois, nécrose. Les accidents généraux proviennent de la sensibilisation ou de la multiplicité des piqûres (frissons, nausée, dyspnée, refroidissement des extrémités). Les piqûres de la face ou de la langue sont particulièrement graves et peuvent entraîner le décès du sujet par asphyxie due à un œdème de la glotte. Les chenilles et les papillons peuvent être à l'origine de lésions prurigineuses généralisées de la peau de type

* Adapté de la 2^e édition de l'*Encyclopédie de médecine, de sécurité et d'hygiène du travail*.

urticarien ou œdémateux (œdème de Quincke), parfois accompagnées de conjonctivite. Les surinfections sont fréquentes. Le venin des cantharides produit des lésions cutanées vésiculaires ou bulleuses (*Poederus*). Il existe également un danger de complications viscérales (néphrite toxique). Certains insectes tels que les hyménoptères et les chenilles se trouvent dans toutes les régions du monde; d'autres sous-ordres sont plus localisés. Les papillons dangereux se rencontrent principalement en Guyane et en République centrafricaine; les cantharides existent en Amérique du Sud, au Japon et au Kenya; les mouches noires vivent dans les régions intertropicales et en Europe centrale et les phlébotomes au Moyen-Orient.

Prévention. Le premier niveau de prévention inclut l'utilisation de moustiquaires et de produits antimoustiques. Les travailleurs qui sont très exposés aux piqûres d'insectes peuvent, en cas d'allergie, être désensibilisés par l'administration de doses croissantes d'extraits de corps d'insectes.

● LES ASPECTS CLINIQUES DES MORSURES DE SERPENT

David A. Warrell*

Les aspects cliniques

Un certain nombre de personnes mordues par des serpents venimeux (entre <10 et >60%) peuvent, selon l'espèce de ces serpents, ne manifester que peu de symptômes toxiques (envenimation), et parfois même aucun, alors que des marques de piqûres indiquent que les crochets du serpent ont bien traversé la peau.

Autant que le venin du serpent, la peur et les effets du traitement accentuent les symptômes et les signes. Alors même qu'ils ne sont pas envenimés, les patients peuvent se sentir congestionnés, étourdis et essoufflés, avec une sensation d'oppression, des palpitations, des sueurs et de l'acroparesthésie. Des garrots serrés peuvent provoquer congestion et ischémie des membres; les incisions locales aux points de morsure peuvent entraîner des saignements et une perte sensorielle; la phytothérapie cause souvent des vomissements.

Les symptômes précoces directement imputables à la morsure sont une douleur locale et un saignement au niveau des points de morsure, suivies d'une douleur, d'une sensibilisation, d'une enflure et d'ecchymoses sur tout le membre, d'une lymphangite et d'une hypertrophie des ganglions lymphatiques régionaux. Une syncope précoce, des vomissements, des coliques, de la diarrhée, un angio-œdème et une respiration sifflante peuvent se produire chez les patients mordus par des vipères européennes (*Daboia russellii*, *Bothrops*), ou par des élapidés australiens et des *Atractaspis engaddensis*. Nausées et vomissements sont les symptômes courants d'une envenimation grave.

Les types de morsures

Les colubridés (serpents à opisthoglyphes tels que *Dispholidus typus*, *Thelotornis*, *Rhabdophis*, *Philodryas*)

Leur morsure provoque une enflure locale, un saignement au niveau des marques de crochets et parfois (*Rhabdophis tigrinus*) un évanouissement. Plus tard, des vomissements, des douleurs abdominales dues aux coliques et des maux de tête, ainsi qu'un saignement systémique général avec des ecchymoses étendues, du sang incoagulable, une hémolyse intravasculaire et une insuffisance

rénale peuvent se manifester. L'envenimation peut s'étendre lentement sur plusieurs jours.

Les atractaspididae (vipères fousseuses, serpent noir du Natal)

Les effets locaux de leur morsure incluent douleur, enflure, formation de cloques, nécrose et hypertrophie sensible des nodules lymphatiques locaux. De violents symptômes gastro-intestinaux (nausées, vomissements et diarrhée), une anaphylaxie (dyspnée, insuffisance respiratoire, choc) et une altération de l'ECG (bloc a-v, ST, altération de l'onde T) ont été décrits chez les patients envenimés par l'*A. engaddensis*.

Les élapidés (cobras, kraits, mambas, serpents corail et serpents venimeux australiens)

Les morsures infligées par les mambas, les kraits, les serpents corail et quelques cobras (*Naja haje* et *N. nivea*) ne produisent que des effets locaux minimes, tandis que les morsures des cobras cracheurs africains (*N. nigricollis*, *N. mossambica*, etc.) et des cobras d'Asie (*N. naja*, *N. kaouthia*, *N. sumatrana*, etc.) provoquent une enflure locale sensible qui peut être étendue, la formation de cloques et une nécrose superficielle.

Les symptômes précoces de la neurotoxicité précédant les signes neurologiques objectifs incluent vomissements, lourdeur palpébrale, vision trouble, fasciculation, paresthésie autour de la bouche, hyperacousie, maux de tête, étourdissements, vertiges, hypersalivation, conjonctivite congestive et «chair de poule». La paralysie commence sous forme de ptôse et d'ophtalmoplégie externe dans les 15 premières minutes qui suivent la morsure, mais elle est parfois retardée pendant 10 heures ou davantage. Plus tard, le visage, le palais, les mâchoires, la langue, les cordes vocales, les muscles du cou et ceux de la déglutition sont progressivement paralysés. L'insuffisance respiratoire peut être précipitée par l'obstruction des voies aériennes supérieures à ce stade ou, plus tard, après la paralysie des muscles intercostaux, du diaphragme et, accessoirement, des muscles respiratoires. Les effets neurotoxiques sont tous réversibles soit de façon rapide en réaction au sérum antivenin ou aux anticholinestérases (par exemple, après des morsures de cobras d'Asie, de quelques serpents corail latino-américains — *Micrurus*, et de vipères de la mort australiennes — *Acantho-phis*), soit spontanément dans un délai de 1 à 7 jours.

L'envenimation par les serpents d'Australie cause des vomissements précoces, des maux de tête et des attaques syncopales, une neurotoxicité, des troubles hémostatiques et, pour quelques espèces, des altérations de l'ECG, une rhabdomyolyse généralisée et une insuffisance rénale. L'hypertrophie douloureuse des nodules lymphatiques régionaux suggère un empoisonnement systémique imminent, mais les signes locaux sont généralement absents ou légers, sauf après les morsures de *Pseudechis*.

L'ophtalmie venimeuse provoquée par les élapidés «cracheurs»

Les patients qui ont reçu le «crachat» de ces élapidés souffrent de douleurs intenses dans l'œil, de conjonctivite, de blépharospasmes, d'œdème palpébral et de leucorrhée. Des érosions cornéennes sont détectables chez plus de la moitié des personnes atteintes par le crachat du *N. nigricollis*. Dans de rares cas, le venin est absorbé dans la chambre antérieure, provoquant hypopyon et uvéite antérieure. L'infection secondaire des abrasions cornéennes peut produire des opacités permanentes aveuglantes ou une panophtalmie.

Les vipéridés (vipères, crotales, serpents à sonnette, vipères fer de lance, mocassins et vipères à terrier)

L'envenimation locale est assez grave. L'enflure peut être visible en 15 minutes, mais elle est parfois retardée de quelques heures.

* Adapté de l'*Oxford Textbook of Medicine* (D.J. Weatherall, J.G.G. Ledingham et D.A. Warrell (directeurs de publication), 2^e édition, 1987, pp. 6.66-6.77. Avec l'autorisation de l'Oxford University Press).

Elle s'étend rapidement et peut impliquer la totalité du membre et le tronç adjacent. Elle est accompagnée de douleur et les nodules lymphatiques régionaux deviennent sensibles. Des ecchymoses, des cloques et une nécrose peuvent apparaître les jours suivants. La nécrose est particulièrement fréquente et grave après morsure par certains crotales, vipères fer de lance (genre *Bothrops*), vipères d'Afrique et d'Asie (genres *Echis* et *Bitis*). Quand le tissu envenimé est contenu dans un compartiment fasciculé étroit, tel que l'espace interdigital, ou situé entre les orteils ou le compartiment tibial antérieur, une ischémie peut survenir. Si on ne constate pas d'enflure 2 heures après la morsure d'une vipère, on peut généralement supposer qu'il n'y a pas envenimation. Cependant, plusieurs espèces peuvent provoquer une envenimation mortelle en l'absence de signes locaux (par exemple, le *Crotalus durissus terrificus*, le *C. scutulatus* et la vipère de Russell).

Des anomalies de la pression sanguine sont toujours observées en cas d'envenimation par les vipéridés. Un saignement persistant des blessures dues aux crochets, de blessures nouvelles ou partiellement cicatrisées, ou aux points de ponction des veines ou d'injection, ainsi qu'en cas de post-partum, laisse penser que le sang ne coagule plus. Une hémorragie systémique spontanée est le plus souvent détectée dans les gencives, mais on peut également observer épistaxis, hématémèse, ecchymoses cutanées, hémoptysie, hémorragies sous-conjonctivales, rétropéritonéales et intracrâniennes. Les patients envenimés par la vipère de Russell peuvent présenter des saignements au niveau de la glande pituitaire antérieure (syndrome de Sheehan).

L'hypotension et le choc sont courants chez les patients mordus par certains crotales d'Amérique du Nord (par exemple, *C. adamanteus*, *C. atrox* et *C. scutulatus*) et par les espèces *Bothrops*, *Daboia* et *Vipera* (par exemple, *V. palaestinae* et *V. berus*). La pression veineuse centrale est généralement faible et le pouls rapide, suggérant l'hypovolémie, dont la cause habituelle est une extravasation fluïdique dans le membre mordu. Les patients envenimés par les vipères de Russell manifestent généralement une perméabilité vasculaire accrue. L'implication directe du muscle du cœur est suggérée par un ECG anormal ou par de l'arythmie cardiaque. Les patients envenimés par certaines espèces des genres *Vipera* et *Bothrops* peuvent souffrir de syncope récurrente passagère, associée aux caractéristiques d'une réaction autopharmacologique ou anaphylactique, telles que vomissements, transpiration, coliques, diarrhée, choc et angio-œdème, apparaissant dans les 5 premières minutes ou dans les quelques heures qui suivent la morsure.

La défaillance rénale est la principale cause de mort chez les patients envenimés par les vipères de Russell, lesquels peuvent devenir oliguriques dans les quelques heures suivant la morsure et manifester une douleur rénale suggérant une ischémie rénale. L'insuffisance rénale est également une caractéristique de l'empoisonnement par les espèces *Bothrops* et *C. d. terrificus*.

Une neurotoxicité, analogue à celle que l'on peut observer chez les patients mordus par des élapidés, est constatée suite à des morsures par *C. d. terrificus*, *Gloydius blomhoffii*, *Bitis atropos* et *D. russelii pulchella* de Sri Lanka. Une rhabdomyolyse généralisée peut se manifester. L'évolution vers la paralysie respiratoire ou généralisée est rare.

Les recherches en laboratoire

Chez les patients victimes d'une envenimation grave, le nombre des neutrophiles périphériques passe à 20 000 cellules par microlitre ou plus. L'hémoconcentration initiale, résultant de l'extravasation de plasma (espèces *Crotalus* et *D. russelii*), est suivie d'anémie causée par le saignement ou, plus rarement, par l'hémolyse. La thrombopénie est fréquente après morsure de crotalidés (*C. rhodostoma*, *Crotalus viridis helleri*) et de quelques vipéridés (par exemple, *Bitis arietans* et *D. russelii*), mais elle est inhabituelle après les morsures d'espèces du genre *Echis*. Un test simple, utile pour la

défibrination induite par le venin, est le test de coagulation du sang total. Quelques millilitres de sang veineux sont placés dans une éprouvette neuve, propre et sèche, laissée pendant 20 minutes à température ambiante, puis inclinée pour vérifier s'il y a coagulation ou non. Un sang incoagulable est signe d'empoisonnement systémique et peut permettre de déterminer l'espèce (par exemple, les *Echis* en Afrique). Les patients présentant une rhabdomyolyse généralisée manifestent une forte augmentation de la créatine kinase sérique, de la myoglobine et du potassium. L'urine noire ou marron suggère la rhabdomyolyse généralisée ou l'hémolyse intravasculaire. Les concentrations d'enzymes sériques, telles que la créatine phosphokinase et l'aspartate aminotransférase sont modérément augmentées chez les personnes victimes d'un empoisonnement local grave probablement dû à la lésion musculaire locale au point de morsure. L'urine devrait être analysée (présence sang/hémoglobine, myoglobine et protéines, hématurie microscopique et globules rouges).

Le traitement

Les premiers secours

Les patients doivent être transportés vers la structure médicale la plus proche aussi rapidement et aussi confortablement que possible, en évitant tout mouvement du membre mordu, lequel doit être immobilisé par une attelle ou une éclisse.

La plupart des méthodes de premiers secours classiques peuvent être dangereuses et sont déconseillées. Les incisions locales et la succion risquent de provoquer une infection, de léser les tissus et d'entraîner un saignement persistant, tout en ne permettant d'extraire qu'une faible quantité de venin. Les avantages de l'extraction par le vide ne sont pas démontrés chez l'humain et cette méthode peut endommager les tissus mous. Le permanganate de potassium et la cryothérapie aggravent la nécrose locale. Le choc électrique peut être dangereux et ses avantages ne sont pas prouvés. Les garrots et les bandes de compression peuvent provoquer la gangrène, la fibrinolyse, la paralysie des nerfs périphériques et aggraver l'envenimation locale dans le membre atteint.

La méthode d'immobilisation par pression suppose de maintenir solidement, mais sans le serrer, le membre mordu avec une bande de crêpe de 4-5 m de long sur 10 cm de large recouvrant le site de la morsure et l'attelle. Chez les animaux, cette méthode a permis d'empêcher la pénétration systémique du venin des élapidés australiens et d'autres serpents, mais chez l'humain elle n'a pas fait l'objet de tests cliniques. L'immobilisation par pression est recommandée pour les morsures de serpents à venin neurotoxique (par exemple, *Elapidae*, *Hydrophiidae*), mais non quand l'enflure et la nécrose locales peuvent poser un problème (par exemple, *Viperidae*).

La poursuite, la capture ou la mise à mort du serpent ne sont pas à encourager, mais s'il a été tué il doit être emporté avec le patient à l'hôpital. Il ne doit pas être touché à mains nues, car des morsures réflexes peuvent se produire même si l'animal semble mort.

Les patients transportés à l'hôpital doivent être couchés sur le côté afin d'éviter l'ingestion de vomis. Le vomissement persistant est à traiter par injection intraveineuse de chlorpromazine (25 à 50 mg pour les adultes, 1 mg/kg de poids corporel pour les enfants). La syncope, le choc, l'angio-œdème et d'autres symptômes anaphylactiques (autopharmacologiques) seront traités par injection sous-cutanée d'adrénaline à 0,1% (0,5 ml pour les adultes, 0,01 ml/kg de poids corporel pour les enfants), et par injection intraveineuse lente d'un antihistaminique tel que le maléate de chlorphéniramine (10 mg par adulte, 0,2 mg/kg de poids corporel pour les enfants). Les patients dont le sang est incoagulable développent de gros hématomes après les injections intramusculaires et sous-cutanées; la voie intraveineuse devra donc être utili-

sée dès que possible. La détresse respiratoire et la cyanose seront traitées par une intubation fournissant de l'oxygène et, si nécessaire, par une ventilation assistée. Si le patient est inconscient et qu'aucun pouls fémoral et carotidien ne peut être perçu, la réanimation cardio-pulmonaire devra être commencée immédiatement.

Le traitement hospitalier

L'évaluation clinique

Dans la plupart des cas de morsure de serpent, on ne peut savoir avec certitude quelles sont les espèces en cause, ni la quantité et la composition du venin injecté. Aussi, les patients devraient-ils en principe être admis à l'hôpital pour observation pendant au moins 24 heures. L'enflure locale est généralement détectable dans les 15 minutes d'un empoisonnement important par un crotalidé et dans les 2 premières heures pour la plupart des autres serpents. Les morsures par les kraits (*Bungarus*), les serpents corail (*Micrurus*, micruroïdes), quelques autres élapidés et les serpents de mer peuvent ne provoquer aucune envenimation locale. Les marques de crochets sont parfois invisibles. La douleur et l'hypertrophie sensible des nodules lymphatiques drainant la zone mordue sont des signes précoces d'empoisonnement par les vipéridés et quelques élapidés d'Australie et d'Asie. Toutes les alvéoles dentaires des patients doivent être examinées méticuleusement, car c'est généralement le premier site où l'on peut déceler chimiquement un saignement spontané; les autres sites courants étant le nez, les yeux (conjonctivite), la peau et le septime gastro-intestinal. Le saignement des sites d'infection du venin et des autres blessures évoque un sang incoagulable. L'hypotension et le choc sont des signes importants d'hypovolémie ou de cardiotoxicité, que l'on observe en particulier chez les patients mordus par des crotales d'Amérique du Nord ou quelques vipéridés (par exemple, *V. berus*, *D. russelii*, *V. palaestinae*). La ptôse (affaissement des paupières) est une manifestation précoce d'envenimation neurotoxique. La capacité du muscle respiratoire doit être évaluée objectivement — par exemple, en mesurant la capacité vitale. Le trismus, la sensibilité musculaire généralisée et l'urine brunâtre ou noire suggèrent une rhabdomyolyse (hydrophytidés). Si un venin coagulant est suspecté, la coagulabilité du sang total doit être vérifiée au chevet en utilisant le test de 20 minutes de coagulation du sang total.

La pression sanguine, le pouls, le rythme respiratoire, le niveau de conscience, la présence ou l'absence de ptôse, l'étendue de l'enflure locale et tous nouveaux symptômes doivent être enregistrés à intervalles rapprochés.

Le traitement antivenin

La décision la plus importante à prendre est celle d'administrer ou non un sérum antivenin, car c'est là le seul antidote spécifique. On sait maintenant de façon certaine que, chez les patients ayant subi une envenimation grave, les avantages de ce traitement l'emportent sur le risque de réaction au sérum antivenin (voir ci-après).

Les indications générales concernant le sérum antivenin

Le sérum antivenin est indiqué si l'on observe les signes d'envenimation systémique suivants:

1. anomalies hémostatiques telles qu'un saignement systémique spontané, un sang incoagulable ou une thrombocytopenie profonde ($<50/1 \times 10^9$);
2. neurotoxicité;
3. hypotension et choc, ECG anormal ou tout autre signe de dysfonctionnement cardio-vasculaire;
4. altération de la conscience, quelle qu'en soit la cause;
5. rhabdomyolyse généralisée.

On a également la preuve d'un empoisonnement grave lorsqu'on constate une leucocytose des neutrophiles, un niveau élevé d'enzymes sériques comme la créatine kinase ou les aminotransférases, une hémococoncentration, une anémie grave, une myoglobulinurie, une hémoglobulinurie, une méthémoglobinurie, une hypoxémie ou une acidose.

En l'absence d'envenimation systémique, une enflure locale de plus de la moitié du membre mordu, une vésication extensive ou des ecchymoses, des morsures aux doigts et la progression rapide de l'enflure justifient l'emploi du sérum antivenin, particulièrement chez les patients mordus par des espèces dont les venins sont connus pour provoquer une nécrose locale (par exemple, vipéridés, cobras d'Asie et cobras cracheurs africains).

Les indications spéciales concernant le sérum antivenin

Quelques pays développés disposent des ressources financières et techniques nécessaires pour autoriser un champ d'indications plus large.

Etats-Unis et Canada. Après les morsures des crotales les plus dangereux (*C. atrox*, *C. adamanteus*, *C. viridis*, *C. horridus* et *C. scutulatus*), une thérapie antivenin précoce est recommandée avant même que n'apparaisse l'envenimation systémique. La propagation rapide de l'enflure locale est considérée comme une indication justifiant l'emploi du sérum antivenin, de même qu'une douleur immédiate ou n'importe quel autre symptôme ou signe d'empoisonnement après morsure par des serpents corail (*Micruroides euryxanthus* et *Micrurus fulvius*).

Australie. Le sérum antivenin est recommandé pour les patients qui ont été ou dont on suspecte qu'ils ont été mordus par des serpents lorsqu'on observe des nodules lymphatiques régionaux sensibles ou tout autre signe de propagation systémique du venin, et chez toute personne effectivement mordue par une espèce considérée comme étant fortement venimeuse.

Europe. (Vipère: *Vipera berus* et autres vipéridés européens.) Le sérum antivenin est indiqué pour prévenir la morbidité et réduire la durée de la convalescence chez les patients à envenimement modéré et pour sauver la vie de ceux qui sont gravement envenimés. Les indications sont les suivantes:

1. chute de la pression sanguine (systolique à moins de 80 mmHg, ou à plus de 50 mmHg de la valeur normale ou admise) avec ou sans signes de choc;
2. autres signes d'envenimation systémique (voir ci-dessus), tels que saignements spontanés, coagulopathie, œdème pulmonaire ou hémorragie (attestés par un radiogramme thoracique), anomalies de l'ECG et leucocytose périphérique définie (plus de 15 000/ μ l) et créatine kinase sérique élevée;
3. empoisonnement local grave — enflure de plus de la moitié du membre mordu se développant dans les 48 heures suivant la morsure — même s'il n'y a pas d'envenimation systémique;
4. chez les adultes, extension de l'enflure au-delà du poignet après des morsures à la main, ou au-dessus de la cheville suite à des morsures au pied, dans les 4 heures de la morsure.

Les patients mordus par des vipéridés européens qui manifestent un signe d'envenimation quel qu'il soit devraient être hospitalisés pour observation pendant au moins 24 heures. Le sérum antivenin devrait être administré quand il y a preuve d'envenimation systémique — points 1 ou 2 ci-dessus —, même si elle n'apparaît que plusieurs jours après la morsure.

La prédiction des réactions au sérum antivenin

Il est important de savoir que la plupart des réactions à l'antidote ne sont pas provoquées par une hypersensibilité de type I, due

aux IgE, mais par une activation complémentaire des agrégats d'IgG ou des fragments Fc. Les tests cutanés, de même que les tests conjonctivaux, ne permettent pas de prévoir les réactions précoces (anaphylactiques) ou tardives (type maladie du sérum) à l'antidote, mais ils retardent le traitement et peuvent sensibiliser le patient. Ils sont donc contre-indiqués.

Les contre-indications du sérum antivenin

Les patients ayant des antécédents de réactions à l'antisérum équin font des réactions plus fréquentes et plus graves au sérum antivenin équin. Les sujets atopiques n'ont pas de risques accrus de réactions, mais lorsqu'ils en ont une, celle-ci sera probablement grave. Dans ce cas, les réactions peuvent être prévenues ou atténuées grâce à un prétraitement par injection sous-cutanée d'adrénaline, d'antihistamine et d'hydrocortisone, ou par perfusion intraveineuse continue d'adrénaline pendant l'administration de l'antidote. Une désensibilisation rapide n'est pas recommandée.

Le choix et l'administration du sérum antivenin

Le sérum antivenin ne doit être administré que si sa gamme d'efficacité inclut les espèces responsables de la morsure. Les solutions opaques doivent être écartées, car la précipitation de protéines indique qu'il y a perte d'activité et risque accru de réaction. Le sérum antivenin monovalent est la meilleure solution lorsque l'espèce incriminée est connue. Les sérums antivenin polyvalents sont utilisés dans nombre de pays, car il est difficile d'identifier le serpent en cause. Les sérums antivenin polyvalents peuvent être tout aussi efficaces que les sérums monovalents, mais leur capacité de neutralisation d'un venin spécifique par unité de poids d'immunoglobuline est plus faible. En dehors des venins employés pour l'immunisation de l'animal qui produit le sérum antivenin, d'autres venins peuvent être neutralisés par un antidote paraspécifique (par exemple, venins d'hydrophidés par l'antidote contre le serpent tigre — *Notechis scutatus*).

Le traitement au sérum antivenin est à poursuivre tant que les signes d'empoisonnement systémique persistent (c'est-à-dire pendant plusieurs jours) et, en principe, il doit être administré dès que ces signes apparaissent. La voie intraveineuse est la plus efficace. La perfusion de sérum antivenin dilué dans environ 5 ml de fluide isotonique par kg de poids corporel est plus facile à contrôler qu'une injection intraveineuse de sérum antivenin non dilué pratiquée au taux d'environ 4 ml/mn, mais on ne constate aucune différence quant à l'incidence ou à la gravité des réactions contre cet antidote chez les patients traités par ces deux méthodes.

La dose de sérum antivenimeux

Les recommandations des fabricants reposent sur des tests de protection pratiqués sur des souris et peuvent être trompeurs. Il importe de procéder à des essais cliniques pour établir quelles sont les doses de début les plus appropriées pour les principaux sérums antivenin. Dans la plupart des pays, la dose est fixée empiriquement. Les enfants doivent recevoir la même dose que les adultes.

Les effets de l'antidote

Une amélioration symptomatique marquée est constatée dès que le sérum antivenin a été injecté. Chez les patients choqués, la pression sanguine augmente et ils reprennent conscience (*C. rhodostoma*, *V. berus*, *Bitis arietans*). Il peut y avoir amélioration des signes de neurotoxicité en l'espace de 30 minutes (*Acanthophis*, *N. kaouthia*), mais en général il faut compter plusieurs heures. Normalement, le saignement systémique spontané s'arrête entre 15 et 30 minutes et la coagulabilité sanguine est restaurée en 6 heures pour peu qu'une dose neutralisante ait été administrée. Il faut administrer davantage de sérum antivenin si les signes d'envenimation grave persistent après 1 ou 2 heures ou si la coagulabilité sanguine n'est pas restaurée dans un délai de 6 heures environ.

L'empoisonnement systémique peut récidiver plusieurs heures ou plusieurs jours après une réaction initialement favorable au sérum antivenin. Cette récurrence s'explique par le fait que le venin continue à être absorbé à partir du site d'injection, ainsi que par l'élimination de l'antidote dans le sang. Les demi-vies sériques apparentes des antidotes F(ab)₂ équins chez les patients empoisonnés sont de 26 à 95 heures. Les patients doivent donc rester en observation pendant 3 ou 4 jours au moins.

Les réactions à l'antidote

- *Des réactions (anaphylactiques) précoces* se manifestent de 10 à 180 minutes après l'administration du sérum antivenin chez 3 à 84% des patients. Leur importance augmente avec la dose et diminue quand un sérum plus pur est utilisé et quand l'administration est faite par injection intramusculaire plutôt qu'intraveineuse. Les symptômes sont les suivants: démangeaisons, urticaire, toux, nausées, vomissements, autres signes de stimulation du système nerveux autonome, fièvre, tachycardie, bronchospasme et choc. Très peu de ces réactions peuvent être attribuées à l'hypersensibilité de type I due aux IgE.
- *Les réactions pyrogènes* résultent d'une contamination du sérum antivenin par des endotoxines. Fièvre, frissons, vasodilatation, et chute de la pression sanguine se manifestent de 1 à 2 heures après le traitement. Chez les enfants, les convulsions fébriles peuvent être précipitées.
- *Des réactions tardives* de pathologie sérique (complexe immunitaire) peuvent apparaître de 5 à 24 jours (7 en moyenne) après le traitement. L'importance de ces réactions et la vitesse de leur développement augmentent avec la dose de sérum antivenin. Leurs caractéristiques cliniques incluent de la fièvre, des démangeaisons, de l'urticaire, une arthralgie (notamment de l'articulation temporo-mandibulaire), de la lymphadénopathie, des enflures périarticulaires, une mononévrite multiple, de l'albuminurie et, rarement, une encéphalopathie.

Le traitement des réactions au sérum antivenin

L'adrénaline (épinéphrine) est le traitement à prescrire pour les réactions précoces; on en administre de 0,5 à 1,0 ml à 0,1% (1%, 1 mg/ml) par injection sous-cutanée aux adultes (enfants 0,01 ml/kg de poids corporel) dès les premiers signes d'une réaction. Cette dose peut être répétée si la réaction persiste. Un antagoniste antihistaminique H₁, le maléate de chlorophénamine par exemple (10 mg pour les adultes, 0,2 mg/kg pour les enfants) doit être administré par injection intraveineuse pour combattre les effets de l'histamine libérée pendant la réaction. Les réactions pyrogènes sont traitées en rafraîchissant le patient et en donnant des antipyrétiques (paracétamol). Les réactions tardives répondent bien à un antihistaminique oral tel que la chlorophénamine (2 mg toutes les 6 heures pour les adultes, 0,25 mg/kg/jour en doses divisées pour les enfants) ou au prédnisolone oral (5 mg toutes les 6 heures pendant 5 à 7 jours pour les adultes, 0,7 mg/kg/jour en doses divisées pour les enfants).

Le traitement de soutien

L'envenimation neurotoxique

La paralysie bulbaire et respiratoire peut conduire à la mort du sujet par obstruction des voies respiratoires ou du conduit aérien ou par insuffisance respiratoire. Les voies respiratoires doivent être libérées et, en cas de détresse respiratoire, on devra insérer un tube endotrachéal ou réaliser une trachéotomie. Les anticholinestéras ont un effet variable, mais qui peut être utile chez les patients à envenimation neurotoxique, spécialement quand il s'agit de neurotoxines postsynaptiques. Le «test Tensilon» doit être pratiqué dans tous les cas d'envenimation neurotoxique sévère, par exemple si l'on soupçonne une myasthénie grave. Le

sulfate d'atropine (0,6 mg pour les adultes, 50 µg/kg pour les enfants) doit être administré par injection intraveineuse (pour bloquer les effets muscariniques de l'acétylcholine), suivie d'une injection intraveineuse de chlorure d'édrophonium (10 mg pour les adultes, 0,25 mg/kg pour les enfants). Les patients qui réagissent bien peuvent être entretenus avec du méthylsulfate de néostigmine (50 à 100 µg/kg de poids corporel) et de l'atropine, toutes les 4 heures ou par perfusion continue.

L'hypotension et le choc

Si la pression veineuse jugulaire ou centrale est faible ou s'il y a une autre preuve clinique d'hypovolémie ou d'exsanguination, une solution de plasma, de préférence du sang entier frais ou du plasma congelé frais, devrait être perfusée. S'il y a une hypotension persistante ou grave ou des signes de perméabilité capillaire accrue (par exemple, œdème facial et conjonctival, effusions séreuses, hémococoncentration, hypoalbuminémie), un vasoconstricteur sélectif tel que la dopamine (dose de départ de 2,5 à 5 µg/kg de poids corporel/mn par perfusion dans une veine centrale) devra être utilisé.

L'oligurie et l'insuffisance rénale

Le débit urinaire, la créatinine sérique, l'urée et les électrolytes doivent être mesurés chaque jour chez les patients souffrant d'une envenimation sévère, ainsi que chez les patients mordus par des espèces connues pour provoquer une insuffisance rénale (par exemple, *D. russelii*, *C. d. terrificus*, différentes espèces de *Bothrops*, serpent de mer). Si le débit urinaire tombe au-dessous de 400 ml par 24 heures, des cathéters veineux urétraux et centraux doivent être insérés. Si le flux urinaire n'augmente pas après une réhydratation prudente et l'administration de diurétiques (frusémidé jusqu'à 1 000 mg par perfusion intraveineuse, par exemple), la dopamine (2,5 µg/kg de poids corporel/mn par perfusion intraveineuse) devrait être tentée et le patient être placé sous bilan hydrique strict. Si ces mesures sont inefficaces, une dialyse péritonéale, une hémodyalyse ou une hémofiltration seront nécessaires.

L'infection locale au niveau de la morsure

Suite aux morsures de plusieurs espèces (les différentes espèces de *Bothrops*, de *C. rhodostoma*), il faut prévoir des complications telles que des infections locales provoquées par des bactéries présentes dans le venin du serpent ou sur ses crochets. Elles peuvent être prévenues par de la pénicilline, du chloramphénicol ou de l'érythromycine et par une dose active d'anatoxine tétanique, surtout si la blessure a été incisée ou a subi un contact quelconque. Un aminoglycoside tel que la gentamicine et la métronidazole devrait être ajouté si l'on constate des signes de nécrose locale.

Le traitement de l'empoisonnement local

Les cloques peuvent être drainées avec une aiguille fine. Le membre mordu doit être soigné dans la position la plus confortable. Si des signes précis de nécrose sont apparus (zone anesthésique noirce avec odeur putride ou formation d'escarres), le parage chirurgical de la plaie, une greffe cutanée immédiate et une protection antimicrobienne à large spectre sont indiqués. Une pression accrue dans des compartiments fasciaux étroits tels que les espaces interdigitaux et le compartiment tibial antérieur peut provoquer des lésions ischémiques. Cette complication est courante après les morsures par les crotales d'Amérique du Nord tels que le *C. adamanteus*, la *Calloselasma rhodostoma*, le *Trimeresurus flavoviridis*, les espèces de *Bothrops* et de *Bitis arietans*. Les signes sont une forte douleur, l'atonie des muscles compartimentaux qui deviennent douloureux quand ils sont étirés passivement, l'hyperesthésie des territoires cutanés desservis par des nerfs parcourant le compartiment et une tension évidente de celui-ci. La détection du pouls artériel (aux ultrasons Doppler, par exemple) n'exclut pas l'ischémie intracompartimentale. Les pressions intracompartimentales excédant 45 mmHg sont associées à un risque élevé de nécrose ischémique. Dans ces conditions, la fasciotomie peut être envisagée, mais ne doit pas être tentée tant que ne sont pas rétablis la coagulabilité sanguine et un décompte de plaquettes de plus de 50 000/µl. Dans la plupart des cas, un traitement antivenin sérique précoce adéquat suffit à prévenir le développement de ces syndromes intracompartimentaux.

Les troubles hémostatiques

Une fois que le sérum antivenin spécifique a été administré pour neutraliser les procoagulants du venin, le rétablissement de la coagulabilité et de la fonction des plaquettes peut être accéléré en fournissant du sang entier frais, du plasma congelé frais, des cryoprécipités (contenant du fibrinogène, le facteur VIII, la fibrinectine et quelques facteurs V et XIII) ou des concentrés plaquettaires. L'héparine est à éviter ainsi que les corticostéroïdes.

Le traitement de l'ophtalmie due au venin de serpent

Quand le venin de cobra est projeté dans les yeux, les premiers soins consistent à les baigner avec des volumes abondants d'eau ou de n'importe quel autre liquide aseptique disponible. Des gouttes d'adrénaline (0,1%) peuvent soulager la douleur. A moins qu'une abrasion cornéenne puisse être exclue par coloration à la fluorescéine ou après examen à la lampe à fente, le traitement doit être le même que pour n'importe quelle lésion de la cornée: un antimicrobien local tel que la tétracycline ou le chloroamphénicol doit être appliqué. L'instillation de sérum antivenin dilué n'est pas recommandée.

Références bibliographiques

- Brock, T.D. et Madigan, M.T., 1988: *Biology of Microorganisms* (Londres, Prentice Hall).
- Burrell, R., 1991: «Microbiological agents as health risks in indoor air», *Environmental Health Perspectives*, vol. 95, nov., pp. 29-34.
- Dahl, S., Mortensen, J.T. et Rasmussen, K., 1994: «Cheese-packers' disease: Respiratory complaints at a cheese-packing dairy», *Ugeskrift for Laeger*, vol. 156, n° 4, pp. 5862-5865.
- Dutkiewicz, J., 1994: «Bacteria, fungi, and endotoxin as potential agents of occupational hazard in a potato processing plant», *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 25, n° 1, pp. 43-46.
- Dutkiewicz, J., Jablonski, L. et Olenchok, S.A., 1988: «Occupational biohazards. A review», *ibid.*, vol. 14, n° 5, pp. 605-623.
- Fox, J.G. et Lipman, N.S., 1991: «Infections transmitted by large and small laboratory animals», *Infectious Disease Clinics of North America*, vol. 5, n° 1, pp. 131-163.
- Hewitt, J.B., Misner, S.T. et Levin, P.F., 1993: «Health hazards of nursing: identifying work place hazards and reducing risks», *Health Nurses*, vol. 4, n° 2, pp. 320-327.
- Hoglund, S., 1990: «Farmers' health and safety program in Sweden», *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 18, n° 4, pp. 371-378.
- Jacjels, R., 1985: «Health hazards of natural and introduced chemical components of boatbuilding woods», *ibid.*, vol. 8, n° 3, pp. 241-251.
- Kolmodin-Hedman, B., Blomquist, G. et Sikstorm, E., 1986: «Mould exposure in museum personnel», *International Archives of Occupational and Environmental Health*, vol. 57, n° 4, pp. 321-323.
- Olcerst, R.B., 1987: «Microscopes and ocular infections», *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 48, n° 5, pp. 425-431.
- Organisation mondiale de la santé (OMS), 1995: «OMS XVII: Hygiène et sécurité du travail», dans *Recueil international de législation sanitaire*, vol. 46, n° 1-4 (Genève).
- Pitlik, S., Berger, S.A. et Huminer, D., 1987: «Nonenteric infections acquired through contact with water», *Reviews of Infectious Diseases*, vol. 9, n° 1, pp. 54-63.
- Rioux, A.J. et Juminer, B., 1983: «Animals, venomous», dans L. Parmeggiani (directeur de publication): *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, 3^e édition (Genève, BIT).
- Sterling, T.D., Collett, C. et Rumel, D., 1991: «Epidemiology of sick buildings (en portugais)», *Revista de Saúde Pública*, vol. 25, n° 1, pp. 56-63.
- Van Eeden, P.J., Joubert, J.R., Van De Wal, B.W., King, J.B., De Kock, A. et Groenewald, J.H., 1985:

- «A nosocomial outbreak of Crimean-Congo haemorrhagic fever at Tyberg Hospital. Part 1. Clinical features», *South African Medical Journal (SAMJ)*, vol. 68, n° 9, pp. 711-717.
- Weatherall, D.J., Ledingham, J.G.G. et Warrell, D.A. (directeurs de publication), 1987: *The Oxford Textbook of Medicine*, 2^e édition (Oxford, Oxford University Press).
- Zejda, J.E., McDuffie, H.H. et Dosman, J.A., 1993: «Epidemiology of health and safety risks in agriculture and related industries. Practical applications for rural physicians», *Western Journal of Medicine*, vol. 158, n° 1, pp. 56-63.
- ### Références complémentaires
- Angelillo, I.F., D'Erico, M.M., Pavia, M., Prospero, E. et Romano, F., 1990: «Evaluation of microbial air contamination in dental areas», *Archivio Stomatologico*, vol. 31, n° 3, pp. 511-518.
- Berardi, B.M. et Leoni, E., 1993: «Indoor air climate and microbiological airborne: Contamination in various hospital areas», *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin*, vol. 194, n° 4, pp. 405-418.
- Berlin, A., Hunter, W.J. et Van-der-Venne, M.T., 1986: «Epidemiology and prevention of occupational health hazards within the European community», *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, vol. 34, n° 4-5, pp. 261-265.
- Bücherl, W., Buckley, E.E. et Deulofue, V. (directeurs de publication), 1968, 1971: *Venomous Animals and their Venoms*, vol. 1 et 2 (New York, Academic Press).
- Cardoso, J.L., Fan, H.W., Franca, F.O.S., Jorge, M.T., Leite, R.P., Nishioka, S.A., Avila, A., Sano-Martins, I.S., Tomy, S.C., Santoro, M.L. et coll., 1993: «Randomized comparative trial of three antivenoms in the treatment of envenoming by lance-headed vipers (*Bothrops jararaca*) in São Paulo, Brazil», *Quarterly Journal of Medicine*, vol. 86, n° 5, pp. 315-325.
- Doumenge, J.P., Mott, K.E., Cheung, C., Villenave, D., Chapius, O., Perrin, M.F. et Reaud Thomas, G., 1987: *Atlas de la répartition mondiale des schistosomiasis* (Talence, Presses universitaires de Bordeaux).
- Dutkiewicz, J., 1978: «Exposure to dust-borne bacteria in agriculture. I. Environmental studies», *Archives of Environmental Health*, vol. 33, n° 5, pp. 250-259.
- Dutkiewicz, J., Olenchock, S.A., Sorenson, W.G., Gerencser, V.F., May, J.J., Pratt, D.S. et Robinson, V.A., 1989: «Levels of bacteria, fungi, and endotoxin in bulk and aerosolized corn silage», *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 55, n° 5, pp. 1093-1099.
- Eglté, M.E., Kapitonova, M.E., Karpachevska, S.I., Farbtukh, T.A. et Khintsenberg, I.A., 1991: «Problemy gigeny truda i professional'noi patologii v pitsevodstve na promyshlennoi osnove», *Gigiena Truda i Professionalnye Zabolevaniia*, n° 2, pp. 3-6.
- Eikmann, T., Schrader, S., Pieler, J., Bahr, H. et Einbrodt, H.J., 1986: «Emission of microorganisms from sewage treatment plants depending upon construction differences of single structural parts (en allemand)», *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene*, série B, vol. 182, n° 2, pp. 216-236.
- Forster, H.W., Crook, B., Platts, B.W., Lacey, J. et Topping, M.D., 1989: «Investigation of organic aerosols generated during sugar beet slicing», *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 50, n° 1, pp. 44-50.
- Fuerst, R., 1983: «Brucellosis and leptospirosis», chap. 25, dans: *Frobisher and Fuerst's Microbiology in Health and Disease* (Philadelphie, W.B. Saunders).
- Gans, C. et Gans, K.A. (directeurs de publication), 1978: *Biology of the Reptilia*, vol. 8 (Londres, Academic Press).
- Garber, N., 1993: «Fulfilling record keeping requirements mandated in OSHA regulations», *Journal of Ophthalmic Nursing Technology*, vol. 12, n° 3, pp. 129-136.
- Gopalakrishnakone, P. (directeur de publication), 1994: *Sea Snake Toxicology* (Singapour, Singapore University Press).
- Gopalakrishnakone, P. et Chou, L.M. (directeurs de publication), 1990: *Snakes of Medical Importance (Asia-Pacific Region)* (Singapour, Singapore University Press).
- Harrison, D.I., 1991: «Control of substances hazardous to health (COSHH) regulations and hospital infection», *Journal of Hospital Infection*, vol. 18, supplément A, pp. 530-534.
- Harvey, A.L. (directeur de publication), 1991: *Snake Toxins. International Encyclopedia of Pharmacology and Therapeutics*, section 134 (New York, Pergamon).
- Hoff, J.C. et Akin, F.W., 1986: «Microbial resistance to disinfectants: Mechanisms and significance», *Environmental Health Perspectives*, vol. 69, pp. 7-13.
- Hu, D.J., Kane, M.A. et Heymann, D.L., 1991: «Transmissions of HIV, hepatitis B virus, and other bloodborne pathogens in health care settings: A review of risk factors and guidelines for prevention», *Bulletin of World Health Organization*, vol. 69, n° 5, pp. 623-630.
- Hughes, R.T. et O'Brien, D.M., 1986: «Evaluation of building ventilation systems», *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 47 n° 4, pp. 207-213.
- Junghans, T. et Bodie, M., 1995: *Nötfal-Handbook Giftiere. Diagnose-Therapie-Biologie* (Stuttgart, Georg Thieme Verlag).
- Karlsson, K. et Malmberg, P., 1989: «Characterization of exposure to molds and actinomycetes in agricultural dusts by scanning electron microscopy, fluorescence microscopy and the culture method», *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, vol. 15, n° 5, pp. 353-359.
- Klen, K., 1990: «Biological hazards in the activity of organ and tissue banks and in transplantation surgery», *Sbornik Vedeckych Praci Lekarske Fakulty Karlovy Univerzity v Hradci Kralove*, vol. 33, n° 2, pp. 109-114.
- Korte, R. et Mott, K.E., 1980: «Maintenance of shistosomiasis control — An overview», *Tropical Medicine and Parasitology*, vol. 40, pp. 130-131.
- Lauphear, B.P., 1994: «Trends and patterns in the transmission of bloodborne pathogens to health care workers», *Epidemiologic Reviews*, vol. 16, n° 2, pp. 437-450.
- Lebedev, S.V., Aleksandrovskii, V.G. et Chekhonin, V.P., 1988: «Likhoradka ulazhnetilia», *Terapevicheskii Arkhiv*, vol. 60, n° 11, pp. 90-93.
- Lee, C.Y. (directeur de publication), 1979: «Snake venoms», *Handbook of Experimental Pharmacology*, vol. 52 (Berlin, Springer-Verlag).
- Levy, B.A., Kjellstrom, T., Forget, G., Jones, M.R. et Pollier, L., 1992: «Ongoing research in occupational health and environmental epidemiology in developing countries», *Archives of Environmental Health*, vol. 47, n° 3, pp. 231-235.
- Lund, E., 1982: «Waterborne virus diseases», *Ecology of Disease*, vol. 1, n° 1, pp. 27-35.
- Maciejewska, A., Wojtczak, J., Bielichowska-Cybulka, G., Domanska, A., Dutkiewicz, J. et Moloczniak, A., 1993: «Biologiczne dzialanie pylu drzewnego», *Medycyna Pracy*, vol. 44, n° 3, pp. 277-288.
- Malasit, P., DA Warrell, D.A., Chanthavanich, P., Viravan, C., Mongkolsapaya, J., Shingthong, B. et Supich, C., 1986: «Prediction, prevention and mechanism of early (anaphylactic) antivenom reactions in victims of snake bites», *British Medical Journal*, vol. 292, n° 6512, pp. 17-20.
- Malmberg, P., Rask-Anderson, A., Høglund, S., Kolmodin-Hedman, B. et Read-Guernsey, J., 1988: «Incidence of organic dust toxic syndrome and allergic alveolitis in Swedish farmers», *International Archives of Allergy and Immunology*, vol. 87, n° 1, pp. 47-54.
- Matte, T.D., Fine, L., Meinhardt, T.J. et Baker, E.L., 1990: «Guidelines for the medical screening in the workplace», *Occupational Medicine*, vol. 5, n° 3, pp. 439-456.
- Meier, J. et White, J. (directeurs de publication), 1995: *Clinical Toxicology of Animal Venoms* (Boca Raton, Floride, CRC Press).
- Mellstrom, G., 1991: «Protective gloves of polymeric materials. Experimental permeation testing and clinical study of side effects», *Acta Dermato-Venerologica Supplementum*, vol. 163, pp. 1-54.
- Mečnikova, E.A. et Murza, V.I., 1980: «Investigations of the safety of industrial strains of microorganisms and microbial insecticides», *Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology*, vol. 24, n° 4, pp. 425-431.
- Myint-Lwin, Warrell, D.A., Phillips, R.E., Tin-Nu-Swe, Tun-Pe et Maung-Maung-Lay, 1985: «Bites by Russell's viper (*Vipera russelli siamensis*) in Burma: Haemostatic, vascular, and renal disturbances and response to treatment», *The Lancet*, vol. 2, n° 8467, pp. 1259-1264.
- Reid, H.A., 1976: «Adder bites in Britain», *British Medical Journal*, vol. 2, n° 6028, pp. 153-156.
- Reid, H.A., Thean, P.C., Chan, K.E. et Baharom, A.R., 1963: «Clinical effects of bites by Malayan viper (*Ancistrodon rhodostoma*)», *The Lancet*, i, pp. 617-621.
- Richardson, J.H., 1987: «Basic considerations in assessing and preventing occupation infections in personnel working with nonhuman primates», *Journal of Medical Primatology*, vol. 16, n° 2, pp. 83-89.
- Rochanachin, M. et Ardsmiti, N., 1987: «A primary study of the number and type of microorganisms in a Thai textile factory», *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 12, n° 6, pp. 765-766.
- Russell, F.E., 1980: *Snake Venom Poisoning* (Philadelphie, Lippincott).
- Sadecky, E., 1981: «Infection of cattle and livestock handlers with coxiella burnetti and chlamydiae in the farm of Bernolokovo (West Slovakia)», *Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology*, vol. 25, n° 1, pp. 52-59.
- Savchenko, I.L., Kuchuk, A.A., Dmitrukha, N.W., Chudnovets, A.Y., Savchenko, N.I. et Prokopets, G.V., 1990: «On the health status of subjects employed at factories manufacturing enzyme preparations», *ibid.*, vol. 34, n° 3, pp. 253-259.
- Scarlett-Kranz, J.M., Babish, J.G., Strickland, D. et Lisk, D.J., 1987: «Health among municipal sewage and water treatment workers», *Toxicology and Industrial Health*, vol. 3, n° 3, pp. 311-319.
- Sherris, J.C., 1990: *Medical Microbiology — An Introduction to Infectious Diseases* (Londres, Prentice Hall).
- Simor, A.E., Brunton, J.L., Salit, I.E., Vellend, H., Ford-Jones, L. et Spence, I.P., 1984: «Q fever: Hazard from sheep used in research», *Canadian Medical Association Journal*, vol. 130, n° 8, pp. 1013-1016.
- Sutherland, S.K., 1983: *Australian Animal Toxins. The Creatures, their Toxins and Care of the Poisoned Patient* (Melbourne, Oxford University Press).
- Theakston, R.D. et Warrell, D.A., 1991: «Antivenoms: A list of hyperimmune sera currently available for the treatment of envenoming by bites and stings», *Toxicon*, vol. 29, n° 12, pp. 1419-1470.
- Tu, A.T., 1991: «Reptile venoms and toxins», dans Marcel Dekker (directeur de publication): *Handbook of Natural Toxins*, vol. 5 (New York).
- Van Amerongen, W.E. et de Graaff, J., 1988: «Hygiene in dental practice. Part 1: Potential pathogens and possibilities of contamination», *ASDC Journal of Dentistry for Children*, vol. 55, n° 1, pp. 47-55.
- Vesterberg, O. et Holmberg, K., 1982: «Characterization of allergen extracts by two dimensional electrophoretic techniques: Micropolyspora faeni antigens», *Clinical Chemistry*, vol. 28, vol. 4, partie 2, pp. 993-997.
- Warrell, D.A., 1990: «Treatment of snake bite in the Asia-Pacific region: A personal view», dans P. Gopalakrishnakone et L.M. Chou (directeurs de publication): *Snakes of Medical Importance (Asia-Pacific Region)* (Singapour, Singapore University Press).

- 1996: «Venoms, toxins, and poisons of animals and plants», dans D.J. Weatherall, J.G.G. Ledingham et D.A. Warrell (directeurs de publication): *The Oxford Textbook of Medicine*, 3^e édition (Oxford, Oxford University Press).
- 1996: «Animal toxins», dans G.C. Cook (directeur de publication): *Manson's Tropical Diseases* (Londres, W.B. Saunders).
- Warrell, D.A., Greenwood, B.M., McD Davidson, N., Ormerod L.D. et Prentice C.R., 1976: «Necrosis, haemorrhage and complement depletion following bites by the spitting cobra (*Naja nigricollis*)», *Quarterly Journal of Medicine*, vol. 45, n° 177, pp. 1-22.
- Warrell, D.A., McD Davidson, N., Greenwood, B.M., Ormerod, L.D., Pope, H.M., Watkins, B.J. et Prentice, C.R., 1977: «Poisoning by bites of the saw-scaled of carpet viper (*Echis carinatus*) in Nigeria», *ibid.*, vol. 46, n° 181, pp. 33-62.
- Windle-Taylor, E., 1976: «The importance of hygienic practices during the collection and bottling of mineral water», *Annali dell'Istituto Superiore di Sanita*, vol. 12, n° 2-3, pp. 121-128.
- Wlodarczyk, K., Bis, W., Kaznowski, A., Kuzniewski, P., Molska, J. et Paetz, H., 1989: «Obecność potencjalnie chorobotwórczych bakterii i grzybow w emulsji chłodząco-smarującej stosowanej w procesie walcowania blachy aluminiowej», *Medycyna Pracy*, vol. 40, n° 1, pp. 24-27.
- Zugibe, F.T., Costello, J.T., Breithaupt, M.K., Zappi, E. et Allyn, B., 1987: «The confined space-hypoxia syndrome», *Journal of Forensic Medicine*, vol. 32, n° 2, pp. 554-560.